

現場情報コーナー

広島西部山系（大町地区）における小規模溪流対応型施設検討について

Design of countermeasures for small torrents in Ohmachi, western Hiroshima Mountains

川 邊 健 作^{*1}

Kensaku KAWABE

坂 本 昌 三^{*1}

Shozo SAKAMOTO

内 田 太 郎^{*2}

Taro UCHIDA

伊 藤 力 生^{*3}

Rikio ITOU

1. はじめに

広島西部山系では、明瞭な谷地形を呈さない地形（0次谷）や、常時流水が流下していない溪流など、土石流危険溪流に指定されているものの、流域面積が小さく、溪流延長も短くかつ急勾配で砂防堰堤の配置が困難、あるいは土砂移動の実現象に対して施設機能が十分に発揮されにくいと判断される溪流が数多く存在する（図-1）。

このような溪流では、土砂流出そのものが典型的な土石流形態でなく、急傾斜地の崩壊に伴う土砂流出と土石流の中間的な現象である可能性が想定される。また、保全対象が近接していることもあり土砂流出時の直接的な被災も懸念される。

また、住宅地が谷出口の直近にまで迫り、そこに至るまでの一般道路が狭小で大型重機の進入が限定される箇所など、そもそも堰堤計画予定地へのアプローチが困難

な状況となるケースも多い。さらに、堰堤下流においては、現況水路が道路側溝程度の流末しかない状況で、砂防施設との整備バランスが課題となっている。

加えて、対象溪流の規模が小さく、常時流水がない小規模な溪流では、従来の「指針」に準拠して堰堤工等の土石流・流木対策施設の構造（特に水通しおよび袖部など）を決定すると、溪流の規模に対して、施設規模が大きくなる（堤高、水通し断面、袖高、側岸部嵌入等）ことで切土が多くなってしまい、対策の実施そのものが困難となる場合があることが明らかになってきた。

このため、小規模溪流における土砂災害対策施設の検討は、広島西部山系の砂防事業を進める上では不可避であり、実際の土砂移動現象と地域特性に合わせた施設計画・設計要領を策定し、土砂災害対策施設の整備・向上に繋げることを目的とした検討結果について報告する。

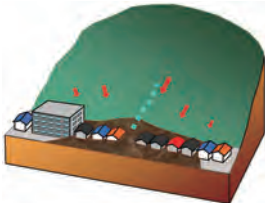
			土石流危険溪流		
			土石流危険溪流	小規模な土石流危険溪流 【対象溪流】	急傾斜地崩壊危険箇所
模式図					
地形の 特徴	集 水	流路の有無	明瞭	不明瞭、あるいは 幅全体が緩やかな弧状	ない
		表流水の有無	常時水流が視認できる	ない	ない
	谷地形		明瞭な谷地形	不明瞭な谷地形	フラット
	流域面積		比較的大きい	小さい	－
	溪流長		比較的長い	短い	－
	谷出口の溪床勾配		比較的緩やか	比較的急	傾斜地勾配 30° 以上 (採択基準)

図-1 小規模溪流イメージ

*1 国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所 Ootagawa river office, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism Chugoku Regional Development Bureau (kawabe-k87ge@cgr.mlit.go.jp) *2 正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室 Member, National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism *3 パシフィックコンサルタンツ株式会社 国土保全技術本部防災部砂防室 Pacific Consultants CO., Ltd.

2. 広島西部山系の概要

広島西部山系（広島市（東区、西区一部、安佐南区、安佐北区一部、佐伯区一部）、廿日市市一部、大竹市一部の3市にまたがる地域）では、平成11年6月29日の広島土砂災害により甚大な被害が発生した。

その発生形態は山腹崩壊、土石流・土砂流であり、ほとんどが山腹斜面の風化花崗岩上部のマサ土層で発生していることが特徴である。

広島西部山系は人口が多い割には平地が少ないため、山間地まで宅地開発が進み、土砂災害の危険性が高い山地・山裾部にも居住地域が広がっていることから、土石流危険渓流は1,672渓流に上る。これまで広島県により鋭意、砂防事業が進められてきたが、この大きな土砂災害をきっかけに平成13年度から直轄砂防事業に着手した。

3. 小規模溪流

3.1 小規模溪流で想定される土砂移動現象

小規模溪流は、流域面積が小さく、かつ流路延長が短いため、計画流出土砂量が小さく、小規模な表層崩壊は必ずしも谷筋に集中せず、谷出口方向に幅広く土砂を供給する可能性があるとともに、移動距離も短い。そのため、降雨が起因となる土砂移動現象でも、土砂・岩石と雨水の混合が不完全であり、いわゆる典型的な土石流ではなく、土石流と急傾斜地崩壊の中間的な現象の発生が予想される。

3.2 小規模溪流の条件

小規模溪流は、一般的な土石流溪流と急傾斜地斜面の中間的な、明瞭な谷地形をなしていない溪流として、以下の条件を定義した。

- ・主溪流のみで支渓の合流がない（谷次数は0次谷あるいは1次谷のみ）。
- ・流路が不明瞭で常時流水がなく、平常時の土砂移動が想定されない溪流。
- ・基準点上流の溪床勾配が1/6以上で流域全体が土石流発生・流下区間。
- ・下流に十分な断面の流路が存在しない溪流。

3.3 大町地区の概要

大町地区は、広島市安佐南区に位置し、当地区には土石流危険渓流が6箇所ある。特に、中学校の上流側に位置する溪流は、保全対象に公共施設が含まれるため、土砂災害対策の必要性は高い状況にある（写真-1、2）。

3.4 設計対象溪流の概要

今回の対象溪流は、大町地区の溪流の中で最も規模が小さく、急傾斜地に近い溪流で、中腹部に湧水があるが、再び地中に浸透してしまうため、溪流そのものには常時流水はなく、流末も道路側溝となっている（表-1）。

溪流は0次谷のみであり、その溪床勾配は約1/2（約27°）と極めて急で、急傾斜地斜面の境界である斜面勾配30°に近い状況にあり、直径0.7m大の大きな転石も

見られるものの、その量は極めて少なく、比較的目立つ大きな礫は斜面上の浮石で50cm前後程度である。

急斜面谷出口の直下は、現状では中学校の駐車場になっており、その下流は密集した住宅地が立地していることから、土砂災害の危険性が高い区域となっている。

4. 小規模溪流対策

4.1 小規模溪流対応型施設設計検討（水理模型実験前）

小規模溪流対策として、先にも述べたように従来の指針に従うと対策そのものが不可能になる場合がある。そこで、①小規模溪流では、主溪流のみで支渓の合流がないため、複数の土石流が同一溪流内で発生する恐れが極めて低い、②通常の流水が見られないため常時流出土砂による堆砂進行リスクが低い、③小規模溪流であれば、



写真-1 大町地区全景



写真-2 対象溪流近景

表-1 設計諸元

設計諸元	
溪流番号	1-9-969
流域面積	0.007 km ²
溪流延長	100 m
平均溪床勾配	1/1.38(約27°~39°)
谷次数	0次谷のみ
最大粒径φ ₉₅	0.7 m

溪流内の詳細な調査が可能となる、の3点に着目して検討を実施した。その上で、③により、詳細な調査を行うことにより、従来に比べて、外力、規模を想定することが可能となるとともに、①の条件等あわせることにより、1基の堰堤で土石流を捕捉する計画を立てることができれば、土石流本体が当該堰堤を越流・流下する可能性は極めて低いと考え、施設の構造細目（水通し、袖、天端幅、前庭保護工、袖嵌入等の構造的なパーツ）の設計について検討した。検討の方針については、表-2にまとめた。

4.2 精度のよい計画流出土砂量の把握(SH 貫入試験)

計画流出土砂量を精度よく把握する調査方法として、簡易貫入試験を用いた崩壊の恐れのある層厚推定に関する研究¹⁾による手法を参考に、崩壊が想定される流域内斜面の土層厚分布の調査を実施した(図-2)。

参考文献¹⁾によると、「Nc 値が20以上の層は崩れずに斜面上に残っている」と記載されており、これにより、崩壊の恐れのある層（堆積土砂厚さ）をNd 値20未満

表-2 小規模溪流対応型施設設計方針

項 目	設 計 方 針
計画流出土砂量	土層厚等の調査により移動可能土砂量を精度よく把握した場合には、1,000 m ³ の最小値規定は設けない。
天端幅	溪流内の詳細な調査を行い、溪流内の巨礫の分布・礫径について把握できた場合は、最大礫径の2倍とする。
袖天端勾配	複数の土石流が発生するおそれが無く、土石流本体が堰堤を通過するおそれが無い場合、また、堆砂勾配はほぼ水平を想定しているため、袖勾配は水平にする。
設計流量 水通し断面	複数の土石流が発生するおそれが無く、土石流本体が堰堤を通過するおそれが無い場合、水通し断面は清水流量の1.5倍、最小幅3mとする。
前庭保護工	複数の土石流が発生するおそれが無く、土石流本体が堰堤を通過するおそれも無いが、前庭保護工の縦断方向の長さは流水の落下飛距離分は確保する。

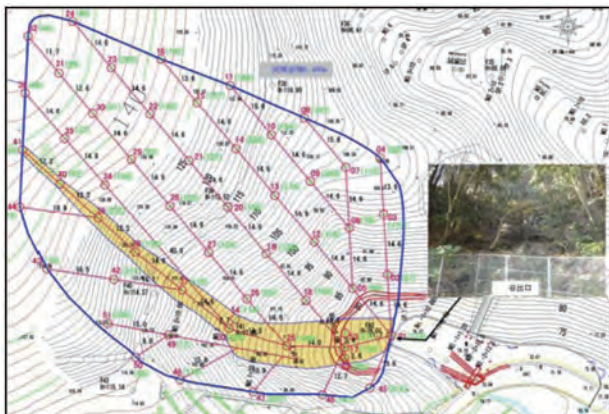


図-2 SH 型簡易貫入試験位置図

で算定し、計画流出土砂量は1,000 m³の最小値規定を設けず、移動可能土砂量より953 m³とした。

4.3 水理模型実験

「広島西部山系小規模溪流対応型施設計画・設計要領(案)」の設計方針に基づき設計される計画砂防堰堤に対し、想定される土砂崩壊現象の再現および堰堤の機能検証(課題抽出、妥当性の確認)のため、水理模型実験を行った(表-3、図-3、4、写真-3)。まず、土石流発生実験を7ケース行い、土石流発生方法を検討した。同実験により計画で想定した規模の土石流の発生を再現できる条件を求めた上で、流出土砂量の捕捉・堆積、越流状況を把握する施設検証実験を行った。

4.4 実験結果

1) 土砂収支・土砂濃度

施設検証実験のうち、最終案の施設に関する実験は2

表-3 水理模型実験の諸元

水理模型実験の諸元	
模 型 範 囲	長 160 m×幅 35 m
模 型 縮 尺	1/15
土石流発生実験	7 ケース
施設検証実験	4 ケース

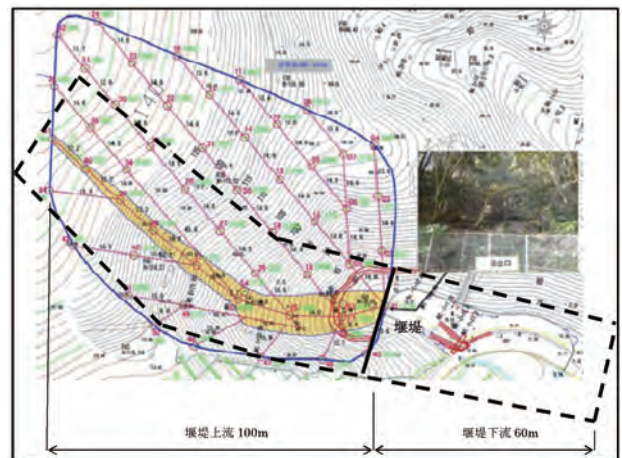


図-3 模型製作範囲図(破線の範囲)

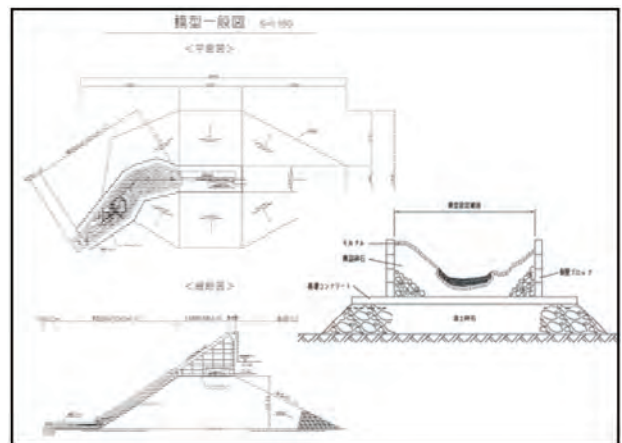


図-4 模型一般図

回実施し、流出土砂量の違いはあるものの、堆砂量は 910 m^3 および 925 m^3 と計画流出土砂量 953 m^3 とほぼ等しい捕捉効果を確認した（図-5、写真-4、5、6、7）。

2) 土砂の堆砂勾配

2回実験した計画堰堤設置実験では土砂捕捉後の堆砂勾配は、現況溪床勾配の $1/2$ である $1/6$ よりも緩く、最終実験（2 ケース）では、水平および $1/35$ であった（表

-4、写真-4、5、6、7）。そこで、計画堆砂勾配は、水平から $1/20$ の範囲内に設定することとした。

3) 袖の形状

袖高については、余裕高を考慮しない袖高とし、袖配は水平とすることでも大きな問題はないことを確認した（写真-5、7）。

5. おわりに

今回検討を行った小規模溪流対応型施設は、土石流本体が当該堰堤を越流・流下する可能性は極めて低いと考え、施設の構造細目（水通し、袖、天端幅、前庭保護工、等の構造的なパーツ）について検討を行い、用地が限られているなど従来の指針に従った対策が困難であるような小規模溪流においても、実効性が期待される設計の考え方を整理した。

砂防堰堤の計画地と住宅とが近接する都市部における砂防事業は、地形の制約や周辺住環境への影響等、様々



写真-3 模型全景

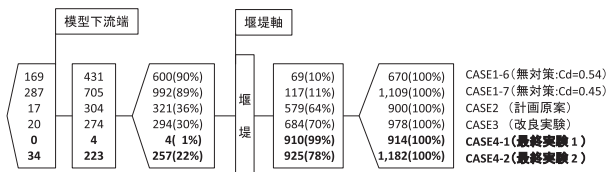


図-5 実験ケースごとの土砂収支



写真-6 最終案実験状況（水抜穴閉塞状況）



写真-4 計画原案実験状況（水抜穴からの流出状況）



写真-7 最終案実験状況（水通しからの流出状況）



写真-5 計画原案実験状況（水通しからの流出状況）

表-4 洪水後堆砂勾配

実験ケース	計画原案	改良案	最終案	
	CASE 2	CASE 3	CASE 4-1	CASE 4-2
水抜き穴	あり	なし	なし	なし
洪水後堆砂勾配	1/15	1/18	水平	1/35

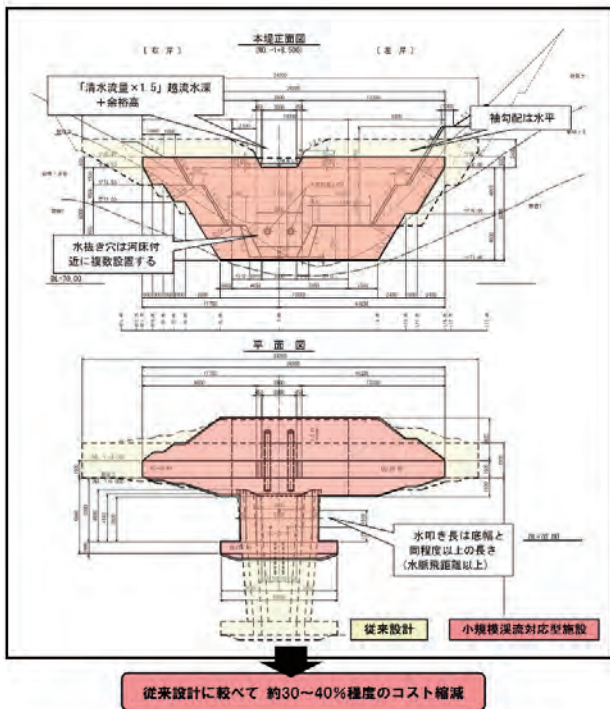


図-6 小規模洪水対応型施設一般図

な制約条件の中、進められる公共事業である。本検討は、それら制約を少しでも解消するため、先駆け的に行ったものであるが、これにより今後、小規模溪流における施工の効率化も合わせて、事業の進捗が図られるものと考えられる。また、今回の事例では結果的に、従来施設に比べて約30~40%程度コスト削減が図られる可能性が確認できた(図-6)。さらには、これにより残土処理や資材搬入の減少、工事期間の短縮など、近接する周辺住宅地への環境影響も軽減できる可能性が考えられる。今後は、主流路が明瞭で典型的な土石流の流下が想定される小規模な溪流の対策についても検討を行っていきたいと考えている。

謝 辞

本検討にあたり、ご指導頂きました京都大学大学院農学研究科水山高久教授をはじめ、関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小山内信智・内田太郎・曾我部匡敏・寺田秀樹・近藤浩一：簡易貫入試験を用いた崩壊の恐れのある層厚推定に関する研究，国土技術政策総合研究所資料，No. 261，2005

(Received 2 June 2014)